中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）45(2)：174～185（1996）

水芋收穫指數與乾物質生產分配之關係[1]

陳　　烈　　夫[2]

摘要：本研究之目的在探討不同期作下水芋植株各部位乾物質之生產及分配的差異情形，以及收穫指數與球莖乾物重及地上部乾物重等有關乾物質生產分配之性狀間的相關關係，以期供芋作物育種及生產技術改進之用。於1993年秋作及1994年春作在臺灣省農業試驗所田區進行檳榔心芋水田栽培試驗，自移植日起至收穫爲止，每隔一個月逢機調查 8 株芋植株，測量各植株的葉數、葉面積、葉片及葉柄之鮮乾物重及球莖鮮乾物重，並調查試驗期間氣象之變化。試驗結果顯示，秋作球莖產量高達春作的兩倍。由植株各部位乾物質生產及分配的趨勢，可將水芋生長期劃分成四個階段：生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期及球莖成熟期。春作於地上部生長旺盛期氣溫下降，造成乾物質生產與分配效率降低，是球莖充實受阻的主要原因。乾物質生產及分配亦影響最適收穫時間，秋作在移植後第 7 至 9 個月之間球莖仍繼續膨大，但春作自移植後第 7 個月起，球莖乾物重達到最大值後便不再增加。當總乾物重固定時，收穫指數與球莖乾物重之淨相關係數爲極顯著之正值，而收穫指數與地上部乾物重之淨相關係數則爲極顯著之負值，但球莖乾物重與地上部乾物重之間爲極顯著正相關，故必須選擇具有球莖與葉部之比值高的株型，才能達成提高球莖產量之效果。進而由水芋球莖乾物重與收穫指數及地上部乾物重間之複迴歸方程式，顯示收穫指數及地上部乾物重同爲影響球莖乾物重之重要因子，而以收穫指數更爲重要。因此，提高收穫指數，當可期獲有高的球莖產量。

關鍵詞：芋、球莖產量、收穫指數、乾物質生產及分配、葉面積指數。

芋屬天南星科（Araceae）多年生宿根性球莖（corm）作物，爲本省古老民食、傳統健康食品及夏季重要蔬菜，養分價值高，富含高分子澱粉（高纖維）、礦物質及維生素，重要性僅次於甘藷、馬鈴薯及樹薯，其用途廣泛，除供主食與副食外，並可當蔬菜、製粉、乾糧、加工食品、動物飼料及工業用途等。臺灣芋之栽培面積年約5,500公頃，近年來需求量年有增加，芋的利用開發與研究漸被重視[4]；同時芋之栽培簡單而省工，適應性廣，可做爲推廣精緻農業的最佳作物之一；未來臺灣加入國際關貿總協（WTO）後，水稻栽培面積將會減少，選擇具有產業價值之作物以調整產業結構爲主要因應策略之一，芋之用途廣泛，即可選爲適合的農藝作物。

芋品種依栽培所需的環境不同，可分爲旱芋及水芋兩類，依栽培收穫目的不同，有母芋用、子芋用、母子芋兼用及葉柄用等類品種。本省水田栽培檳榔心芋最多，約佔總面積的93%，其他品種則甚少見[4]。檳榔心芋品種具有適應性廣與品質佳之優良特性，頗受芋農與消費者喜愛。本品種最顯著的特徵是芋頭的白肉中散佈紫紅色筋脈，好像成熟的檳榔種子，故名檳榔心芋[3]。本省氣候環境於任何時期種植芋頭，只要日光及水源充足，均有相當的收量，可行週年栽培，但因爲配合本省稻作耕作制度，農民多在秋作或春作種植[4]。秋作一般在10月下旬至11月上旬間種植，春作則在3～4月之間爲種植期[4]；水芋在本省栽培環境下約需8～10個月即可採收，秋作收穫期正配合端午及中秋節慶，而春作則恰逢冬令及春節，市場行情的需求量增大，農民所得的利潤也特別好。

在本省芋之改良研究方面，對於與芋之質、量改良有密切關係的生理、生態、遺傳及育種等基礎

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1848 號。
2. 本所農場管理室助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

研究工作，顯然較其他根莖類作物爲少，目前亦少有詳盡的資料可供參考。爲提高本省芋作物之改良及生產工作的效率，有必要進行相關生理等方面的基礎研究。光合作用是決定作物產量之主要因素之一[15]，葉面積指數（leaf area index, LAI）可以量度作物群落之光合作用大小，最常用來做爲植物生長之指標，及評估同化與蒸散速率，該介量並最適合用來進行乾物質生產之研究[6,9,11,14,15,17–23]。陳等[5]指出提高 LAI 的增加速度及最大值，爲生理上影響水芋乾物質生產之重要原因。栽培芋的主要收穫利用部位，大部份指的是球莖產量，是爲經濟產量（economic yield）；而一般所謂的生物產量（biological yield），則指芋在全生育期中所生產之地上葉部（含葉片及葉柄）和地下球莖的總產量。收穫指數（harvest index, HI）的定義爲經濟產量與生物產量之比值，在根莖類作物中，是指光合作用合成物分配至塊莖、球莖或塊根部份的比率，可用以評估乾物質生產分配的效率。提高收穫指數，表示乾物質分配至收穫部份的比例增加，而收穫指數的大小則被認爲是一個間接選拔提高球莖產量有潛能的指標[1,2,7,8,16]。有關芋之收穫指數的研究，本省至今仍完全缺乏，故本研究之目的在探討不同期作下水芋植株各部位乾物質之生產及分配的差異情形，以及收穫指數與球莖乾物重及地上部乾物重等有關乾物質生產分配之性狀間的相關關係，以期供芋作物育種及生產技術改進之用。

材料與方法

試驗材料爲檳榔心芋，分別於1993年秋作（11月上旬）及1994年春作（3月上旬）在臺灣省農業試驗所試驗田間種植，以水田形式栽培，整地與種植水稻相同，先將田面充分灌水，然後以牽引機迴轉犁及水田整平器耕耘耙平，使本田呈水平狀態，隔天種植。四區集，每區集 5 行，每行15株，行株距70×30公分。肥料種類爲硫酸錏、過磷酸鈣及氯化鉀，其每公頃施用氮素700公斤、磷酐200公斤及氧化鉀600公斤，均分於整地及前六個月內施完。芋苗成活後，芋田保持淺水 3 至 5 公分，以後隨植株生長，水位漸次加深至10公分左右，後期田間保持濕潤狀態。生長期間雜草之控制，係於種植後 1 至 3 天，每公頃施 5% 丁基拉草粒劑30公斤，並保持 3 至 5 公分淺水 3 天，種植後一個月再以同量施用一次。生育期間於 3 個月及 5 個月各剷除子芋一次，並適時加以45%三苯醋錫可濕性粉劑防治福壽螺，每公頃每次施藥量0.6至1.2公斤，及噴施45%一品松乳劑防治捲葉蟲及蚜蟲，每公頃每次施藥量1.2至1.5公升，稀釋倍數1000倍。自移植當天開始，於生長期間每隔一個月，自田間各區集逢機取出 2 株，共 8 株芋植株，至收穫爲止，共調查 9 次，剪下各株之葉片、葉柄及球莖，先調查全株葉數，再利用葉面積測量儀（Model LI-3000, LI-COR Co., U. S. A.）測量各株之實際全株葉面積，並秤量各部位之鮮物重，然後置於送風乾燥箱中以100°C烘乾 2 小時及80°C烘乾72小時，再秤量各部位之乾物重。

將各生長時期所得資料，分別進行各項統計分析，以供探討水芋植株各部位乾物質之生產及分配的差異情形。所得之試驗資料並估算不同時期的葉面積指數及收穫指數。葉面積指數（LAI）爲每單位土地面積之葉面積，即

$$LAI = A/P$$

式中A爲全株葉面積（cm^2），P 爲單株所佔土地面積＝2,100cm^2。而芋之收穫指數（HI）爲球莖產量與生物產量之比值，即

$$HI = CY/(UY+CY) \times 100$$

式中 CY 爲單株地下部球莖產量（g/plant），UY 爲單株地上部（葉片及葉柄之總計）的產量（g/plant）。由於芋的產量可分爲兩部份，一爲在市場銷售具實際經濟價值的鮮物重，二爲符合生理研究的乾物重，因此本研究各以鮮物重及乾物重爲基礎，估算芋的收穫指數，並藉此探討該兩種不同單位爲基礎所建立之收穫指數的差異性及適用性。接著，在確立適當的收穫指數之後，利用簡單相關及淨相關分析，探討收穫指數與球莖乾物重、地上部乾物重及總乾物重等有關乾物質生產分配之性狀

間的關係，並進而利用複迴歸分析，估算水芋球莖產量受收穫指數及地上部乾物重的影響程度。

結果與討論

一、試驗期間氣象之變化

圖 1 為1993年11月至1994年12月在臺灣省農業試驗所各月份之平均氣溫（°C）、每月累積日射量（MJ）及每月累積雨量（mm）之變化。試驗期間兩期作氣象環境迥然不同，平均氣溫方面，本試驗秋作水芋生長初期約在16～18°C之間，直到移植後第 5 個月（1994年 4 月）起的生長中期，則提高到20°C以上，隨後氣溫逐漸上升，到收穫前兩個月之生長後期，均達25°C以上；1994年春作期間自種芋移植後，氣溫即逐漸升高，到移植後第 5 個月（1994年 8 月）起的生長中期，最高溫達28°C左右，之後氣溫便不再升高反而開始下降，到最後收穫時平均氣溫為20°C。累積日射量方面，秋作生長初期日照較少，生長後期則日照充足；春作期間則大致都是陽光普照。累積雨量方面，秋作於生長前期較為乾旱，到生長後期的梅雨季節及颱風發生，雨量增多；春作在移植後前兩個月，雨量較少，隨後因梅雨及颱風，雨量增多，但到生長後期雨量又減少。

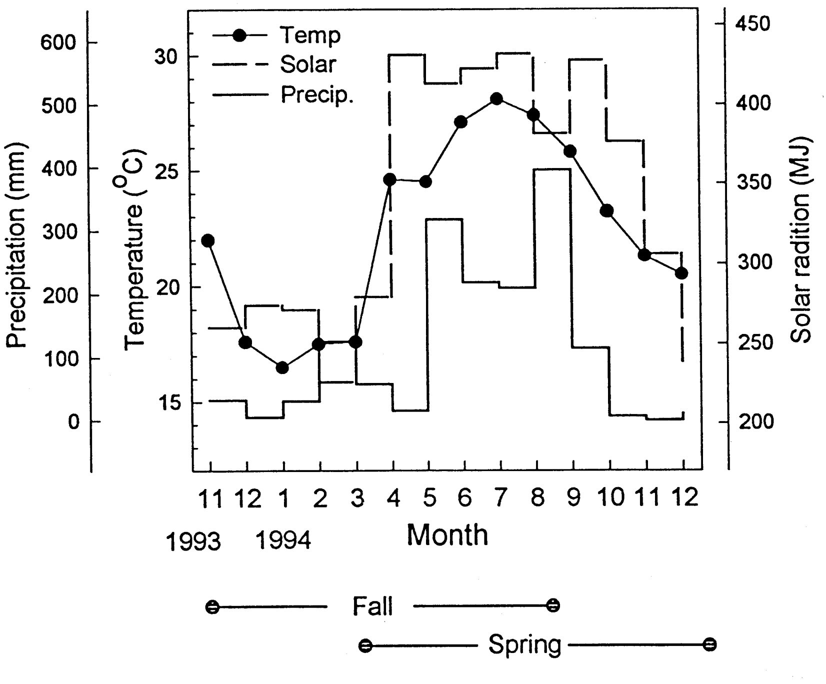

圖 1. 1993至1994年栽培期間在臺灣省農業試驗所的每月平均日溫、累積日射量及累積雨量。

Fig. 1. Daily mean temperature, monthly solar radiation and monthly precipitation at Taiwan Agricultural Research Institute for the 1993-1994 cropping seasons.

二、水芋植株各生育性狀隨生長時間之變化

水芋葉片性狀在移植後隨生長時間之變化示於圖 2 。雖然不同期作在移植初期的水芋葉數略有不同（本試驗不同期作所取的種芋，以球莖大小重量相同為基準），但自移植後第 2 個月起，兩期作的葉數已無顯著差異。由此可知，水芋的葉片數目應為較不受環境影響的生育性狀。水芋之葉面積及

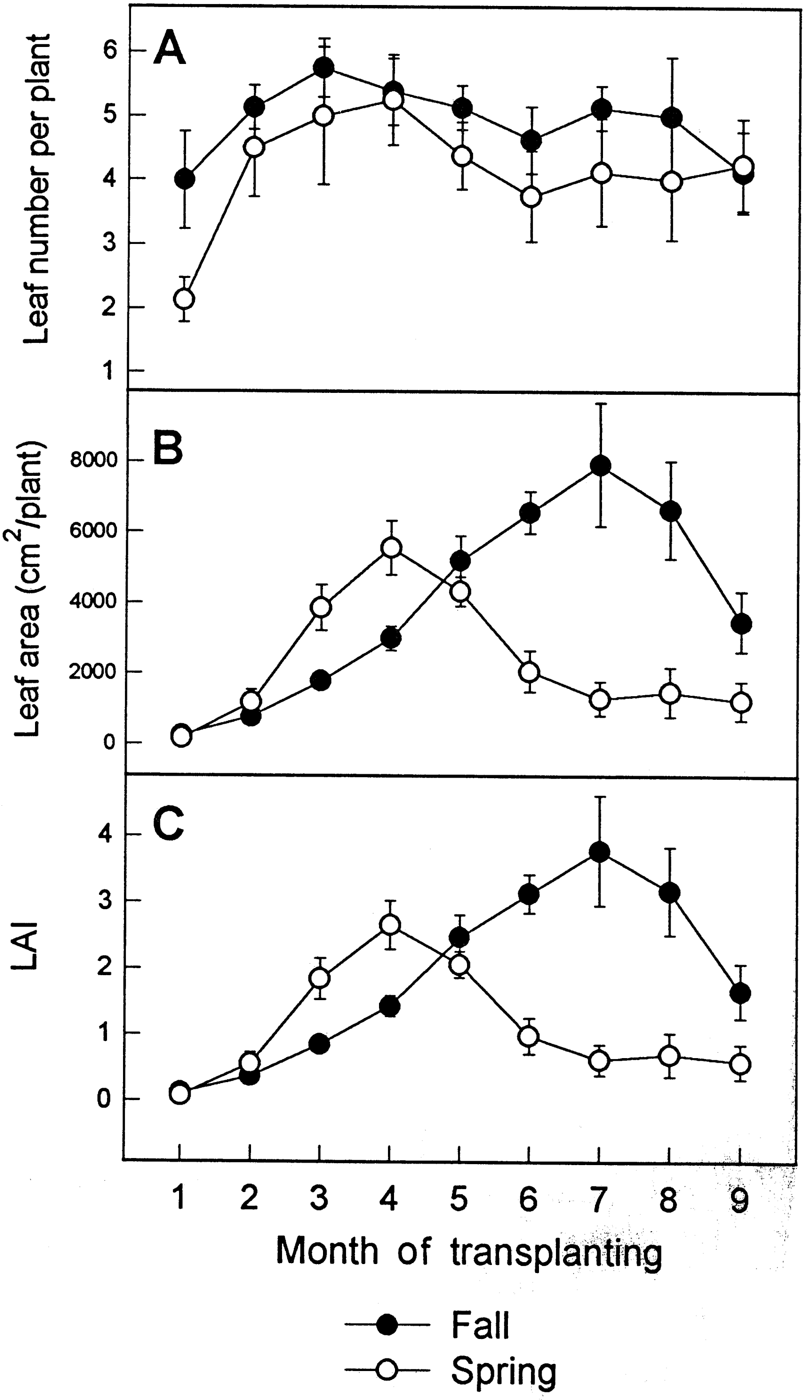

圖 2. 水芋不同期作單株葉數、葉面積及葉面積指數之生長變化。

Fig. 2. Changes in leaf number per plant, leaf area per plant and leaf area index during the growth course of wetland taro under different crop seasons.

LAI 的生長變化一致，都是隨著生長時間逐漸增加，達到一高峰後即開始下降，但不同期作之間仍有差異。秋作水芋在移植後兩個月內的 LAI，與春作所得者相差無幾，隨後 LAI 曲線急速增加，於移植後第 5 個月起 LAI 值都在 2 以上，且在移植後第 7 個月（1996年 6 月）時有一非常明顯的尖峰，最大 LAI 值約爲3.8，然後降低，至收穫期僅爲1.7；春作水芋在移植到收穫期間，除了 LAI 曲線之高峰在移植後第 4 個月（當年 7 月）爲2.7以外，其 LAI 大多小於2，而且約有一半的時間都很低，即 LAI 值小於1，高峰之後 LAI 下降的速度較秋作緩慢，最後維持在0.6左右，顯然春作水芋在生長後期並沒有充分的利用太陽能。按該兩期作試驗之 LAI 表現有如此差異，是因爲水芋生長中期正是葉片生長最旺盛的時期，此時秋作環境由低溫低日照轉爲高溫高日照，故水芋之 LAI 曲線可維持較長時間的增加趨勢，達最大值後雖急速下降，但至收穫時的 LAI 仍在 1 以上；至於春作環境的日照雖變化不多，氣溫卻自 7 月之最高溫後開始下降，因此造成春作水芋之 LAI 曲線無法繼續維持遞增之趨勢，提早達到最大值，且在最大值之後 LAI 更低於 1 。

水芋植株的葉片、葉柄及球莖之鮮物重在移植後隨生長時間之變化，示於圖3-A,B,C。葉片及葉

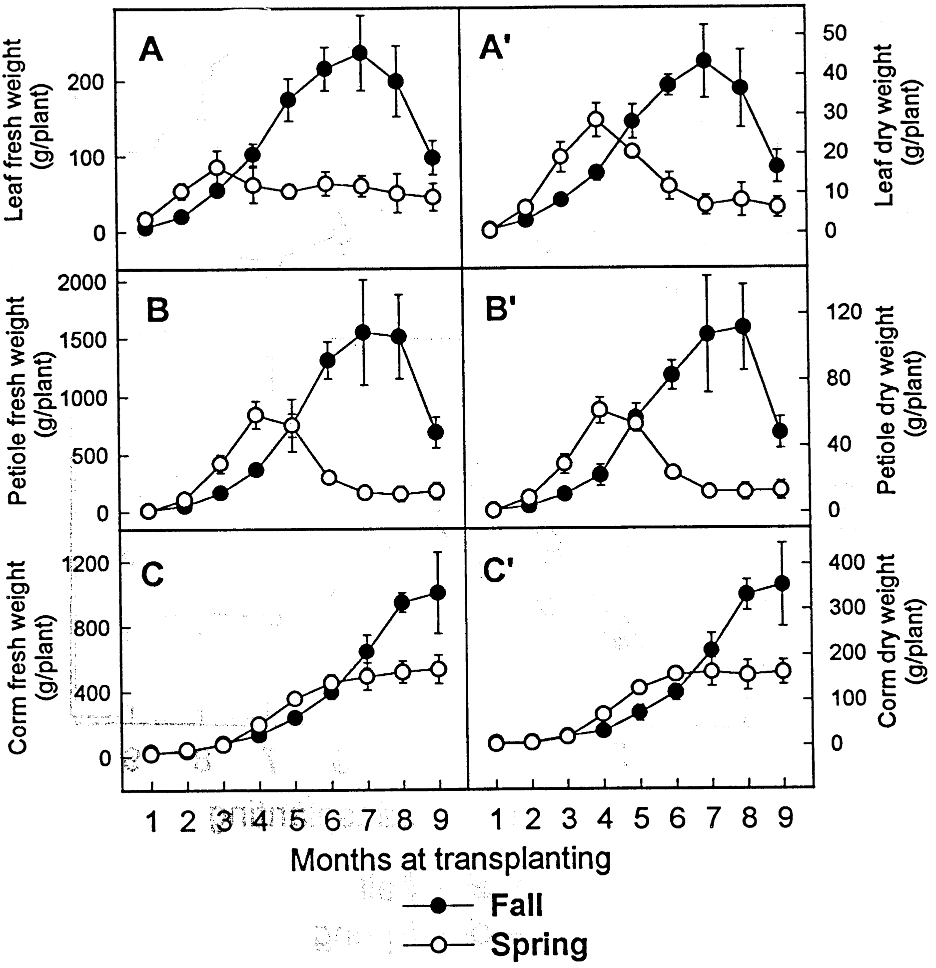

圖 3. 水芋不同期作植株各部位鮮物重及乾物重之生長變化。

Fig. 3. Changes in fresh weight and dry weight of different plant fractions during the growth course of wetland taro under different crop seasons.

柄鮮物重之生長趨勢與 LAI 曲線相似，由於不同期作氣溫變化上的差異，秋作地上部性狀之表現在生長中期及後期均優於春作，影響地下部球莖之生長，故秋作在生長後期（移植後第 7 月起）球莖膨大之速度遠快於春作，收穫期秋作單株新鮮球莖之產量可高達1,006公克，而春作僅有537公克，秋作約爲春作的兩倍。

水芋各部位乾物重之生長變化示於圖3-A',B',C'，其趨勢與鮮物重一致，收穫期秋作單株球莖乾物重爲354公克，而春作僅有161公克。由於春作於移植後第 5 個月起氣溫變低，乾物質的分配效率降低，以致球莖充實受阻。由此可見，LAI 是生理上影響水芋球莖產量增加之重要原因，如能長時間維持較高第 LAI，大有利於產量表現；而影響 LAI 之氣象因素，主要是生長中期的氣溫及日射量，該時期正是水芋葉片生長發育最旺盛的階段，倘若碰到低溫寡日照，會降低 LAI 的增加速度，進而影響球莖產量。至於累積雨量的作用，由於本試驗爲水田栽培，所影響的關係及程度並不明顯。顯然中部地區春秋作球莖產量相差甚多，主要是與氣象條件不同與種植期遲早有關。如提早中部地區春作之種植期，或可提升水芋生長後期乾物質之分配效率而增產。

Ezumah[13]及陳等[5]之研究報告指出，在葉片生長快速時期，芋之 LAI 與產量具有最高之相關，一旦 LAI 達到最大值，預測效果變差，LAI 在高峰後之降低階段，預測則無效。換言之，利用 LAI 預測水芋產量的準確程度，會隨著測量葉面積的生長階段不同而異[10,24]。陳等[5]以 LAI 及時間之函數關係來研究水芋的乾物質累積速率，發現乾物質累積速率與累積葉面積指數（cumulative leaf area index）之間呈正比例關係，其比例值並隨著環境條件之不同而改變。

三、水芋乾物質之生產及分配

水芋生育期間植株各部位乾物重佔全株乾物重之百分比亦有明顯的變化（圖 4）。一般而言，無論任何期作，移植後兩個月內水芋植株以新葉片的生成爲主，球莖純粹處於消耗狀態，故球莖所佔之比率急速下降，直到生長中期，當地上部所佔之比率達到一高峰而開始下降時，球莖所佔之比例才大幅增加。由於秋作的葉片生長旺盛期較長，在移植後第 5 個月達 LAI 曲線高峰之前，球莖所佔之比率仍不到50%，而葉片所佔之比率則最高可達30%，葉柄最高時佔46%，在 LAI 高峰期之後，球莖即快速膨大，所佔之比率隨著時間以每月增加約10%的速率成長，最後於收穫時則高達85%，而葉片及葉柄各僅佔4%及11%。春作水芋之 LAI 曲線 無法繼續維持遞增之趨勢，因此在移植後第 3 個月之 LAI 高峰後，葉片及葉柄所佔之比率急速降低，其下降的速度遠快於秋作，同時球莖所佔之比率也以每月增加約20%的速率成長，直到移植後第 7 個月，球莖才不再繼續膨大，隨後其所佔之比率均維持在90%，反之葉片及葉柄所佔之比率則各爲 3 %及 7 %而已。

植物分配乾物質的方式與效率是影響產量的重要原因[12]。水芋爲多年宿根性球莖作物，全生育期均處於營養生長狀態，但由上述植株各部位乾物質生產分配的趨勢，大致仍可將水芋整個生長期劃分成生長初期、地上部生長旺盛期、球莖快速膨大期及球莖成熟期之四個階段。由表 1 更可看出水芋不同生長階段各部位乾物質的增減量及其相對百分比。秋作於移植後前兩個月之生長初期，每株乾物重增加6.3公克，但分配至球莖者僅佔23.3%，遠遜於葉片（35.6%）及葉柄（41.1%）；移植後第 2 至 5 個月之間，每株乾物重增加142.6公克，分配至葉片及葉柄者爲17.5%及37.4%，而分配至球莖之比率增加爲45.1%，仍低於葉片及葉柄之總計，表示在此時期地上部仍爲構成植株乾物重之最主要部分，故稱之爲地上部生長旺盛期；移植後第5～7個月之間每株乾物重增加202.3公克，以球莖所佔之比率最高，達到67.6%，而分配至葉片（7.5%）及葉柄者（24.9%）大幅減少，其中葉片的生長發育並已近於極限，此時期乾物質的分配主要在提供球莖之膨大；移植後第7～9個月之間，由於葉片已有老化脫落現象發生，其乾重不增反減，但球莖仍繼續增大，故就單株產量而言，秋作水芋愈晚收穫，當可獲致更高的產量，延遲至移植後第 9 個月收穫所得到的球莖乾物重，可較提前兩個月（移植後第 7 個月）者每株增加145.5公克。春作於移植後兩個月內之生長初期，每株乾物重增加16.0公克，但分

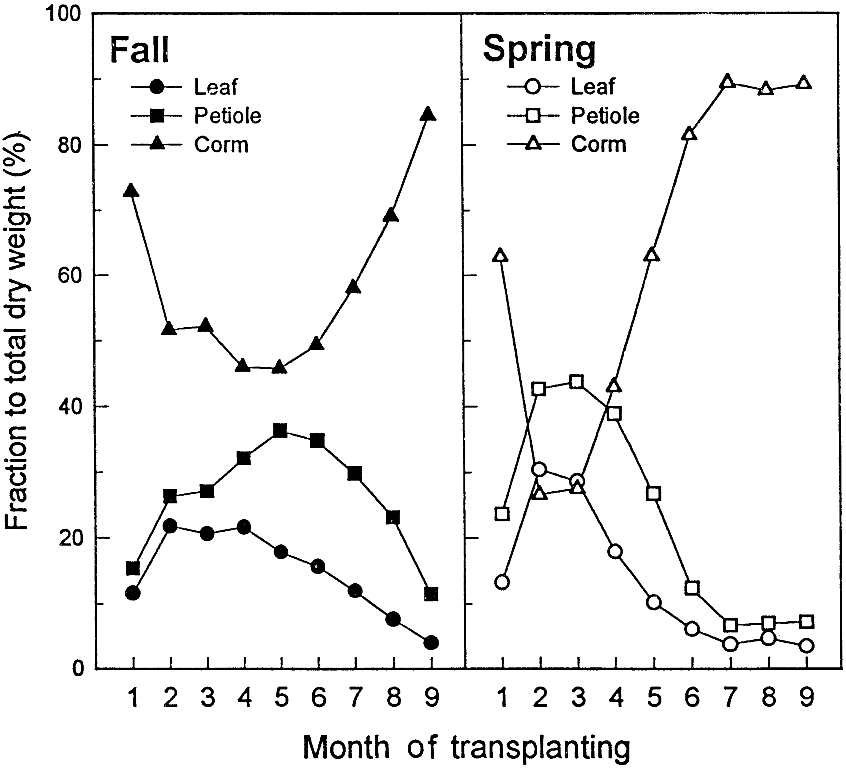

圖 4. 水芋不同期作各部位乾重佔全株乾物重之百分比的生長變化。

Fig. 4. Contribution by different plant fractions to total plant dry weight during the growth course of wetland taro under different crop seasons.

表 1. 水芋於不同期作下不同植株發育階段各部位乾物質之增減量(公克)及其相對百分比(括弧內，%)

Table 1. Partition of the increased dry weight (g) and their relative percentages (in parenthesis, %) during plant development stages among different plant fractions of wetland taro under different crop seasons

Crop season	Months after transplanting	Leaf	Petiole	Corm	Total[z]
Fall	1～2	2.2(35.6)	2.6(41.1)	1.5(23.3)	6.3(100)
	2～5	24.9(17.5)	53.3(37.4)	64.4(45.1)	142.6(100)
	5～7	15.2(7.5)	50.3(24.9)	136.8(67.6)	202.3(100)
	7～9	−26.7	−59.4	145.5	59.4
Spring	1～2	5.7(35.6)	7.7(48.1)	2.6(16.3)	16.0(100)
	2～3	12.8(27.8)	20.4(44.3)	12.9(27.9)	46.2(100)
	3～7	−12.3	−17.1	143.2	113.9
	7～9	−0.6	0.9	−0.6	−0.3

[z] Total increased dry weight from leaf, petiole and corm that do not include the changes in root dry weight.

配至球莖者僅有16.3%，遠遜於葉片（35.6%）及葉柄（48.1%）；由於氣象環境之差異（圖 1），春作於生長中期起氣溫變低，地上葉部生長不佳，所以地上部生長旺盛期較秋作爲短，僅維持一個月，在移植後第 2 至 3 個月之間，每株乾物重增加46.2公克，大部份都分配至葉片（27.8%）及葉柄（44.3%）；移植後第3～7個月爲春作的球莖快速膨大期，全株乾物重增加113.9公克，分配至葉片及葉柄之比率因葉片老化脫落而可能被低估，而球莖乾重則增加143.2公克；移植後第7～9個月之球莖成熟期間，春作各部位乾物重都未見明顯增加，故春作水芋宜提前至移植後第 7 個月即收穫。

四、水芋不同期作收穫指數之變異

本研究以鮮物重及乾物重爲基礎，分別估算芋的收穫指數，隨著生長時間之變化結果示於圖 5 。秋作在地上部生長旺盛期之後，乾物收穫指數僅爲45.8%，之後隨時間呈直線遞增，於最後收穫時則高達84.6%；倘以鮮物重爲計算單位，其變化曲線與乾物收穫指數相似，唯鮮物收穫指數的變域在20.6～56.2%之間。春作在地上部生長旺盛期之後，乾物收穫指數僅爲27.6%，然後亦以近似直線之方式隨時間而遞增，直到移植後第 7 個月高達89.5%之後，才維持固定，不再增加；春作之鮮物收穫指數隨時間之變化亦與乾物收穫指數一致，其變域爲12.4～71.7%。乾物收穫指數相對於鮮物收穫指數的比值列於表 2 ，各期作內不同生長時期間的差異不大（平均值之標準機差甚小，秋、春作各爲0.32及0.42），秋作兩者間之比值平均爲1.93，而春作則爲1.67。這是因爲雖然水芋植株各部位之含水量會隨著生長時間而遞減，但地上部與球莖含水量的變化大致相同（圖 6）。秋作地上部含水量之變域爲76.6～88.5%，平均爲85.0%（標準機差3.5%），而球莖含水量之變域爲64.8～78.5%，平均爲71.6%（標準機差4.9%）；春作地上部含水量之變域爲75.9～90.5%，平均爲82.6%（標準機差5.9%），而球莖含水量之變域爲64.8～87.8%；平均爲73.2%（標準機差7.8%）。比較不同期作水芋地上部及地下部之含水量，兩者間的差異不大，但春作生長期間各部位含水量的變異性均大於秋作。

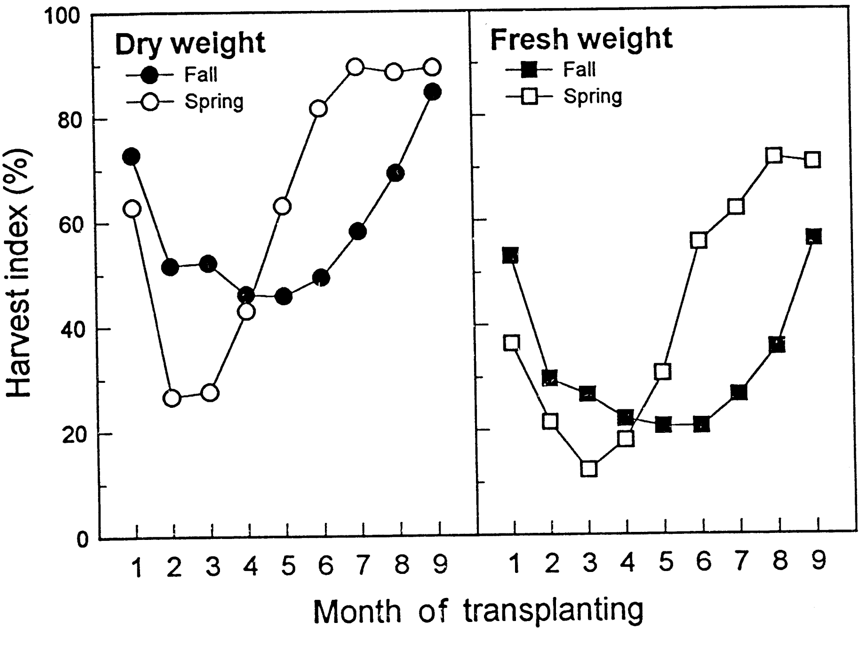

圖 5. 水芋不同期作各以鮮物重及乾物重爲基礎所計算之收穫指數的生長變化。

Fig. 5. Changes in harvest indices on fresh weight and on dry weight during the growth course of wetland taro under different crop seasons.

表 2. 水芋不同期作乾物收穫指數與鮮物收穫指數間的比值
Table 2. Ratio of harvest index on dry weight and harvest index on fresh weight for wetland taro under different crop seasons

Crop season	Months after transplanting									Mean	SE[z]
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Fall	1.37	1.73	1.96	2.08	2.22	2.40	2.19	1.94	1.50	1.93	0.32
Spring	1.73	1.25	2.21	2.39	2.05	1.46	1.44	1.23	1.26	1.67	0.42

[z] SE : standard error of mean.

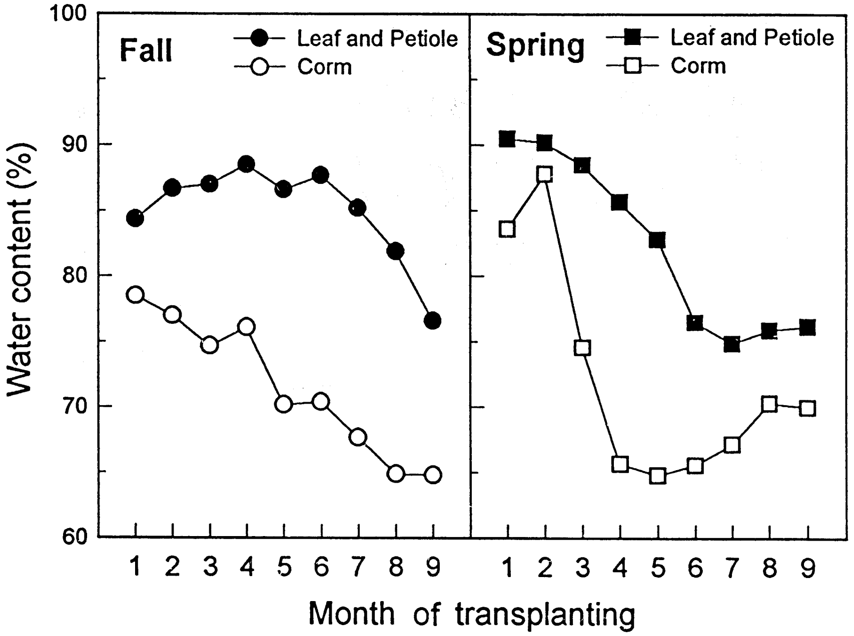

圖 6. 水芋不同期作地上部（葉片及葉柄）與球莖含水量之生長變化。
Fig. 6. Changes in water content of upper plant (leaf and petiole) and corm during the growth course of wetland taro under different crop seasons.

五、水芋收穫指數與乾物質生產分配之關係

由兩期作各生長時間之18次重複的乾物收穫指數、球莖乾物重、地上部乾物重及總乾物重等四個性狀之間所求得的簡單相關係數及淨相關係數，各列於表 3 中對角線之右側及左側。單純從簡單相關係數來看，收穫指數與球莖乾物重之間呈顯著之正相關，顯示球莖產量增加時，收穫指數提高；球莖乾物重與地上部乾物重呈顯著之正相關，表示葉片及葉柄長得愈是強健，對球莖之膨大愈有幫助。當總乾物重固定時（即減除總乾物重之影響後），收穫指數與球莖乾物重之淨相關係數爲極顯著之正值（0.80），而收穫指數與地上部乾物重之淨相關係數則爲極顯著之負值（－0.80），由此可知，收穫指數亦受葉片及葉柄乾物重之影響很大，葉片愈小，可獲致較高之收穫指數，但當總乾物重固定時，球莖乾物重與地上部乾物重間之淨相關係數爲極顯著之正值（0.82），故欲獲得高產量，在生育期中

必須使水芋地上葉部與地下球莖兩者間之生長及分配有適當的平衡，亦即應選擇具有球莖與葉部之比值高的株型，才能達成提高球莖產量之效果。

表 3. 水芋乾物收穫指數與其他乾物質性狀間之簡單相關（對角線右側）及淨相關[z]（對角線左側）分析
Table 3. Simple (in the right-hand of diagonal) and partialz (in the left-hand of diagonal) correlations among harvest index on dry weight and other dry matter characters of different plant fractions for wetland taro

	HI	CDW	UDW	TDW
HI		0.59*	−0.16	0.40
CDW	0.80**		0.56*	0.96**
UDW	−0.80**	0.82**		0.77**

[z] partial correlation are computed when total dry weight is fixed.
**,* significant at 1% and 5% level, respectively.
HI harvest index on dry weight；CDW：crom dry weight；UDW：upper plant dry weight；TDW：total dry weight from leaf, petiole anf corm.

爲明瞭水芋球莖乾物重與收穫指數及地上部乾物重間之關係，利用複迴歸分析，建立以球莖乾物重（CDW）爲隨變數，收穫指數（HI）及地上部乾物重（UDW）爲自變數之複迴歸方程式及其決定係數（coefficient of determination, R^2）如下：

$$CDW=-194.4+3.7HI+1.5UDW \qquad R^2=0.784$$

此可表示球莖乾物重與收穫指數及地上部乾物重間的綜合關係，由淨迴歸係數並可表示球莖乾物重與收穫指數及球莖乾物重與地上部乾物重間的個別關係。此式中，兩個淨迴歸係數均爲正值，且均具有極顯著之意義，複迴歸 F 值亦爲極顯著，顯示收穫指數及地上部乾物重同爲影響球莖乾物重之相當重要的構成因子。收穫指數之淨迴歸係數值較大於地上部乾物重之淨迴歸係數值，即每提高一單位的收穫指數，可增加3.7公克的球莖產量，但每提高 1 公克的地上部乾物重，則僅增加1.5公克的球莖產量。由此可知，收穫指數及地上部乾物重對球莖乾物重之影響，以收穫指數比地上部乾物重更爲重要。提高收穫指數，表示乾物質分配至收穫部份的比例增加，即乾物質生產分配的效率可獲提高。倘選擇適當的期作，或施以適當的栽培管理技術，以提高收穫指數，當可期獲有高的球莖產量。

李[1,2]研究甘藷收穫指數之變異及其在育種上關係，指出甘藷收穫指數爲一較高的遺傳性狀，選拔高指數的品種，可獲得高的塊根產量。國際熱帶農業研究中心[7,8]及 Kawano[16]研究樹薯的結果，指出不同品種間塊根產量之差異，主要是由於收穫指數之不同，故利用收穫指數之高低，已可做爲選拔樹薯高產量品系之重要指標。有關芋作物收穫指數之遺傳性研究，目前尙缺乏參考資料，故應將芋作物收穫指數之遺傳情形及選育方法等再進行研究，以使對芋之高質、量育種工作有更明確之目標。如芋作物與甘藷一樣，其收穫指數具有高遺傳性，則利用收穫指數做爲間接選拔高球莖產量品種的指標，可獲致良好的效果，此必有利於芋作物品種改良工作。另外，本研究係以水芋爲試驗材料，至於母芋與小芋用品種，在旱田栽培管理之下，與水芋或其他根莖類作物之收穫指數變異及乾物質生產分配情形是否有差異？其差異性又如何？亦值得加以繼續探討，對本省芋產業發展應有所助益。

誌　謝

本研究試驗期間承本所農場管理室賴吉雄主任提供資源及技術協助，並承本所農藝系試驗統計研究室呂秀英博士與呂椿棠先生協助資料統計分析，謹此誌謝。

引用文獻

1. 李　良。1986。甘藷收穫指數之變異及其在育種上關係之研究。中華農學會報　136：25-36。
2. 李　良。1987。甘藷收穫指數之遺傳及其與塊根乾物收量等有關性狀之關係。中華農學會報　140：11-22。
3. 郁宗雄。1957。您喜歡栽那一種芋？豐年　7：9-11。
4. 黃賢喜、韓青梅。1994。芋。雜糧作物各論。III、根及莖類。第20章。1665-1735頁。臺灣區雜糧發展基金會。
5. 陳烈夫、呂秀英、呂椿棠、賴吉雄。1995。水芋葉面積與乾物質生產之關係。中華農業研究　44：59-71。
6. Aase, J. K. 1978. Relationship between leaf area and dry matter in winter wheat. Agron. J. 70：563-565.
7. International Centre for Tropical Agriculture. 1979. Annual Report p. 36. Cail, Colombia.
8. International Centre for Tropical Agriculture. 1989. Annual Report. p. 8. Cail, Colombia.
9. Ashley, D. A., D. A. Doss, and O. L. Bennet. 1965. Relation of cotton leaf area index to plant growth and fruiting. Agron. J. 57：61-64.
10. Bourke, R. M. and C. H. Perry. 1976. Influence of sett size on growth and yield of taro (*Colocasia esculenta*) . Papua New Guinea Agric. J. 27：115-120.
11. Chapman, T. 1964. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma pagittifolium*) . Trop. Agric. 41：351-352.
12. Duncan, W. G., D. E. McCloud, R. L. McGraw, and K. J. Boote. 1978. Physiological aspects of peanut yield improvement. Crop Sci. 18：1015-1020.
13. Ezumah, H.C. 1972. The growth and developmnt of taro, *Colocasia esculenta* (L.) Schott, in relation to selected cultural management practices. Ph. D. Diss., Univ. of Hawaii, Honolulu, 197p.
14. Heilman, J. L., E. T. Kanemasu, and G. M. Paulsen. 1977. Estimating dry matter accumulation in soybean. Can. J. Bot. 55：2196-2201.
15. Hodges, T. and E. T. Kanemasu. 1977. Modeling dry matter production of winter wheat. Agron. J. 69：974-978.
16. Kawano, K. 1978. Genetic improvement of cassava (*Manihot esculenta* crantz) for productivity. Trop. Agric. Res. Ser. 11：9-21.
17. Lieth, J. H., J. P. Reynolds, and H. H. Rogers. 1986. Estimation of leaf area of soybeans grown under elevated carbon dioxide levels. Field Crops Res. 13：193-203.
18. Pearce, R B., R. H. Brown, and R. E. Blaser. 1965. Relationship between leaf area index, light interception and net photosynthesis in orchardgrass. Crop Sci. 5：553-556.
19. Ramos, J. M., L. F. del Moral, and L. Reclade. 1983. Dry matter and leaf area relationships in winter barley. Agron. J. 75：308-310.
20. Satou, T., M. Kawai, and T. Fukuyama. 1978. Studies on matter production of taro plant (*Colocasia esculenta* Schott) . Japan. J. Crop Sci. 47：425-430. (Japanese with English summary).
21. Shih, S. F. and G. J. Gascho. 1980. Relationship among stalk length, leaf area, and dry biomass of sugarcane. Agron. J. 72：309-313.
22. Shih, S. F., G. J. Gascho, and G. S. Rahi. 1981. Modeling biomass production of sweet sorghum. Agron. J. 73：1027-1032.
23. Shih, S. F. and G. H. Snyder. 1984. Leaf area index and dry biomass of taro. Agron. J. 76：750-753.
24. Wilson, J. E. 1984. Cocoyam. *In* P. R. Goldsworthy and N. M. Fisher. (eds.) , The Physiology of Tropical Field Crops', pp589-605. John Wiley & Sons, New York.

Harvest Index in Relation to Dry Biomass Production and Distribution in Wetland Taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott] [1]

Lit-Fu Chan[2]

Summary

The objective of this study was to investigate the relationship between harvest index and the production and distribution of dry biomass in wetland taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) grown in different crop seasons. Experiments were conducted in the fall crop of 1993 and spring crop of 1994 at Taiwan Agricultural Research Institute. A total of 8 plants was randomly sampled at one-month interval from transplanting to harvest. The leaf number, leaf area, and fresh and dry weights of leaf blade, petiole, and corm of each plant were measured. Experimental results showed that the corm yield in the fall crop was two times higher than that in the spring crop. Based on the contribution by differeent plant fractions to total dry weight, the growth of wetland taro can be divided into four stages, i. e., (1) primary growth stage, (2) vigorous top-growth stage, (3) corm rapid-bulking stage, and (4) corm maturity stage. Decline in air temperature at the vigorous top-growth stage was suggested as the main cause of low production and partitioning efficiency in the spring crop, which consequently hastened the bulking of corm. The production and distribution of dry biomass also affected the timing of appropriate harvest. The corm continued to develope between the 7th to 9th months after transplanting in the fall crop, whereas it attained maximum dry weight at the 7the months after transplanting in the spring crop. When total dry weight was held constant, the partial correlation coefficient between harvest index and corm dry weight was positive and highly significant, but that between harvest index and upper plant dry weight was negative and highly significant. A highly significant and positive correlation between corm dry weight and upper plant dry weight was also observed. These results indicated that yield increase might be achieved by selecting plants with high corm-to-leaf ratio. A highly significant multiple regression equation of corm dry weight on harvest index and upper plant dry weight was obtained. The partial regression coefficient of corm dry weight on harvest index and upper plant dry weight were positive and highly significant. This showed that harvest index and upper plant dry weight would be important components for predicting corm yield of taro. However, the contribution of harvest index to yield was higher than that of upper plant dry weight. Thus, the improvement of harvest index in terms of enhancing taro yield was suggested.

Key words : Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) , Corm yield, Harvest index, Biomass production and distribution, Leaf area index.

---

1. Contribution No. 1848 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Research Assistant, Office of Farm Management, TARI. Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.